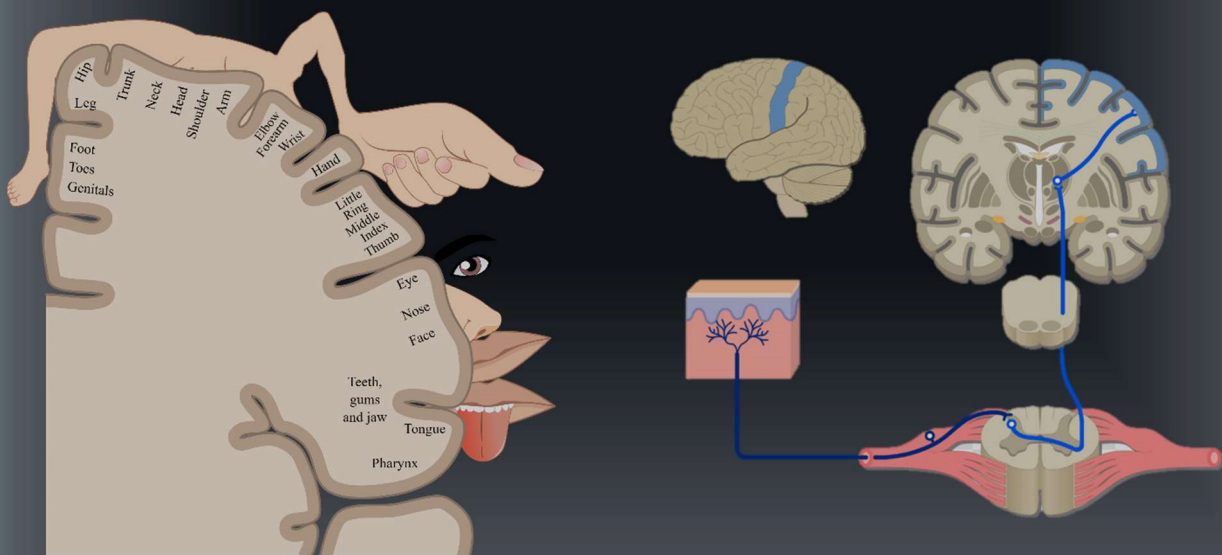




## 4.8. A SZABÁLYOZÁS

### 4.8.1.6. AZ AGY

*Készítette Vizkijevicz András*



## Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

### 4.8. A szabályozás

#### 4.8.1.6. Az agy

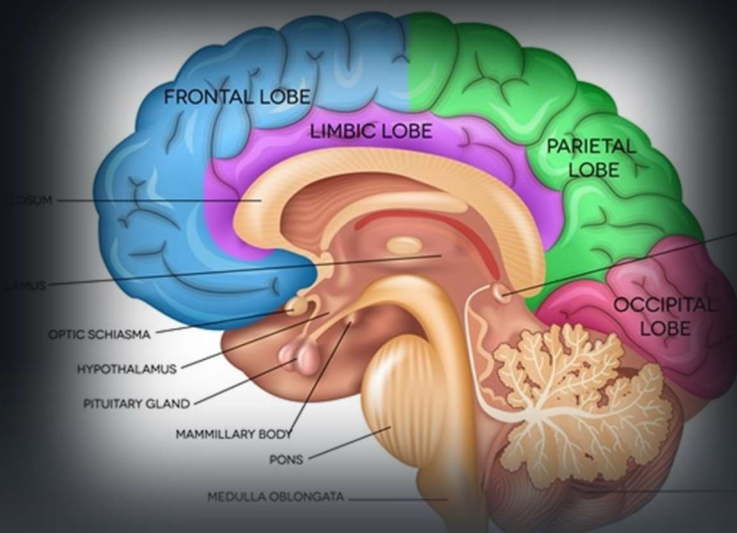


#### Kulcsfogalmak

- Agytörzs /nyúltvelő, híd, középagy/, köztiagy /talamusz, hipotalamusz/, kisagy, nagyagy, kérgestest, nagyagy lebenyei,
- agytörzsi hálózatos állomány, limbikus rendszer, hippokampusz.

#### Gondolkodási művelet

- Ismerje fel az agy nyílrányú metszetén az agy részeit (agytörzs /nyúltvelő, híd, középagy/, köztiagy /talamusz, hipotalamusz/, kisagy, nagyagy lebenyei, kérgestest), és ismertesse főbb funkcióikat.
- Ismertesse az alvás fázisait, indokolja az alvás létszükségletét.
- Ismertesse az agytörzsi hálózatos állomány szerepét az alvás-ébrenléti ciklus, az éberség, az izomtónus és a vegetatív funkciók fenntartásában.
- Ismertessen elméleteket az alvás funkcióival kapcsolatosan (pl. energiatakarékosság, tanulás, feltöltődés).
- Ismertesse a limbikus rendszer alapvető funkciót: érzelmek, emlékek, vegetatív működések kialakítása, motiváció, félelem, agresszió központja.



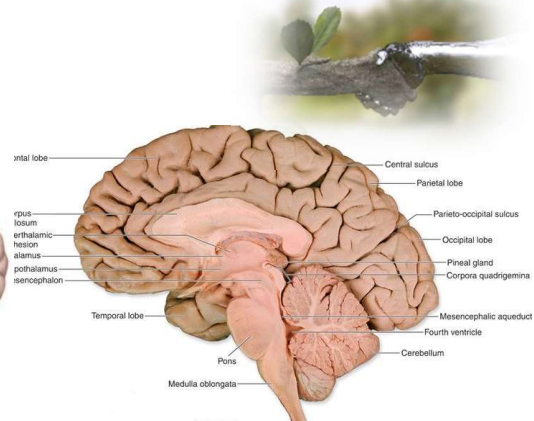
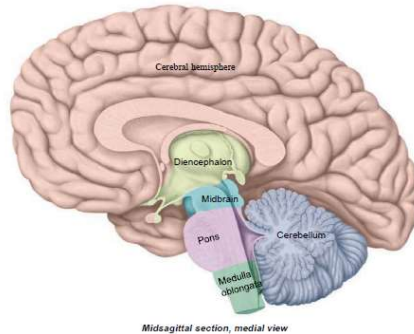
## 4.8.1.6. Az agy

A fejezet a követelményrendszer 4.8. pontja alapján készült.

Készítette: Vizkievicz András

Az agyvelő nagyobb egységei:

- A. Agytörzs
  - a) Nyúltvelő
  - b) Híd
  - c) Középagy
- B. Köztiagy
- C. Kisagy
- D. Nagyagy



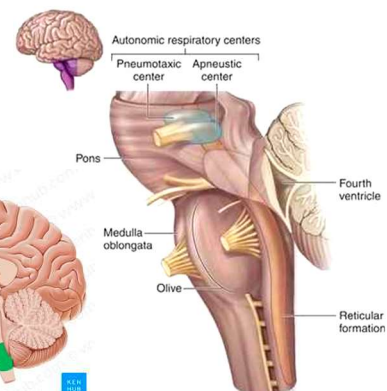
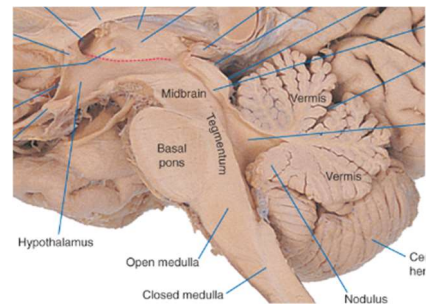
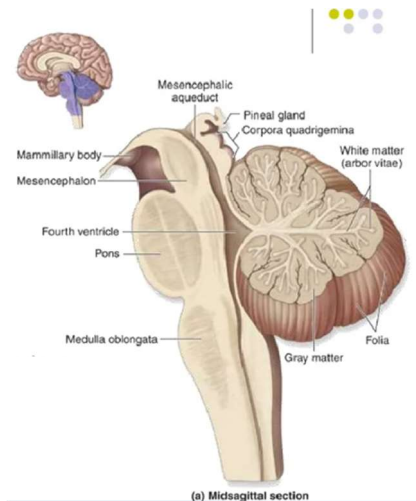
### Az agytörzs: nyúltvelő, híd, középagy

Fehérállománya van, de igazi, **egységes szürkeállománya nincs**. A szürkeállomány helyett

- elkülönülő **magok** (oliva, vörösmag stb.), ill.
- **hálózatos állomány** (formatio reticularis) - **idegsejtek bonyolult hálózata** - jellemző.

Az agytörzs funkciója szerteágazó:

- **vegetatív működések** központjai találhatók itt (főleg a nyúltvelőben):
  - **keringés, légzés (vitális központok)** központjai,
  - **nyálkahártyareflexek** központjai, melyek
    - a **légzőrendszerrel**, mint pl. **köhögés, tüszentés**, ill.
    - a **táplálkozással** kapcsolatosak, mint pl. a **nyelés, rágás, hányás, nyáleválasztás**.
- A **mozgásszabályozó** központok az **izomtónus szabályozásában, testtartási reflexek, ill. a járás kivitelezésében** játszanak szerepet.
- **Pályákat közvetít**, az agytörzsön áthúzódó pályák **összeköttetést** teremtenek a gerincvelő, a kisagy, köztiagy és nagyagy között.
- **Alvás-ébrenlét szabályozásában** vesz részt, területén **aktiváló ébrenléteti központok** jellemzőek (középagy).



### Nyúltvelő (Medulla oblongata)

A gerincvelő folytatása a koponyában az öreglyukon keresztül. Hátsó részén a **IV. agykamra** található, az agytörzs és a kisagy között.



## A nyúltvelő feladatai:

- **A keringés és légzés központjai révén a szív működés, a vérnyomás, és a légzőműködések szabályozásában vesz részt.**  
Részleteket lásd 4.5. fejezet 18-21 oldal, ill. 4.6. fejezet 46-47 oldal.
- **Nyálkahártyareflex** központok helye (a **feltétlen reflexet** kiváltó receptorok a nyálkahártyában találhatók).
- **Felszálló (érző) és leszálló (mozgató) pályák átkapcsolásának helye.**
- **A piramis-pálya 85%-a a nyúltvelő alsó részén kereszteszódik** (piramis).
- **A nagyagy törzsmagvakból kiinduló pályarendszer mozgatóközpontjai** találhatók benne (pl. oliva-mag).

## A légzés szabályozása

A légzés szabályozása lényegében a **légzőizmok – rekeszizom és bordaközi izmok – működésének szabályozása** **Automatikus reflexes működés**, amely bizonyos hatá **akaratlagosan szabályozható.**

Az **agygtörzs területén – nyúltvelő és a híd – találhatók a légzés szabályozásáért felelős idegi központok.** A nyúltvelőben megkülönböztetünk **beléggző** és **kiléggző központot.**

A központi neuronok a nyúltvelőből az idegrostjaikat leküldik a **gerincvelőbe** a légzőizmok mozgató idegsejtjeihez (mellsőszarvi mozgató neuronokhoz), melyek, mint végrehajtó neuronok, közvetlen kapcsolatban vannak a légzőizmokkal.

A légzés szabályozásában

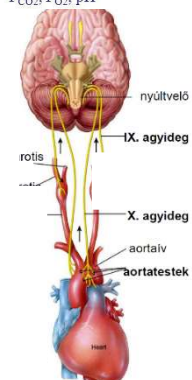
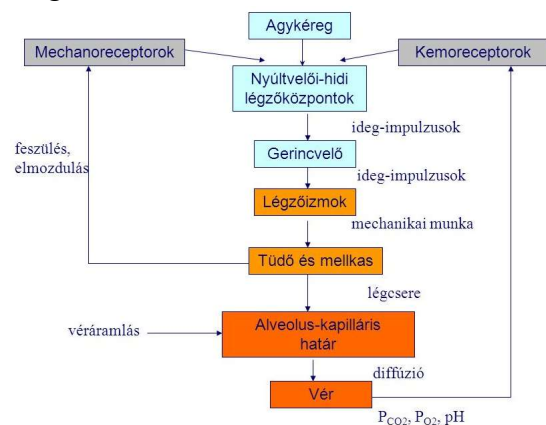
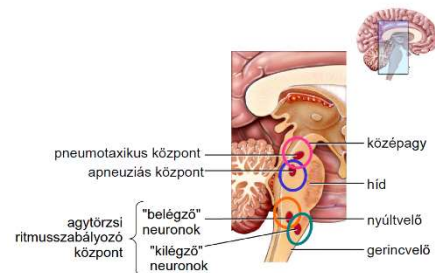
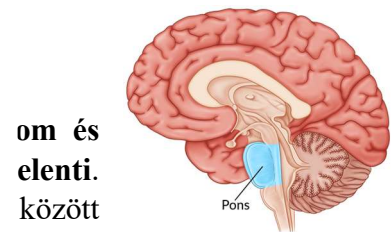
- **kémiai** – a **vér és az idegszövet sejtközötti állományának  $CO_2$  és  $O_2$  tartalma** – és
- **a tüdőből származó mechanikai ingerek** játszanak szerepet.

A **kémiai ingereket**

- részben a szívhez közeli **erek falában** található **kemoreceptorok**,
- részben maguk a **szabályozó központok** képesek felfogni.

A **beléggzésben** a **vér szén-dioxid koncentrációja**, ill., ami ezzel arányos, az **idegszövet  $H^+$  koncentrációja** a **legfontosabb inger**, mivel ezek a **beléggző központ működését serkentik.**

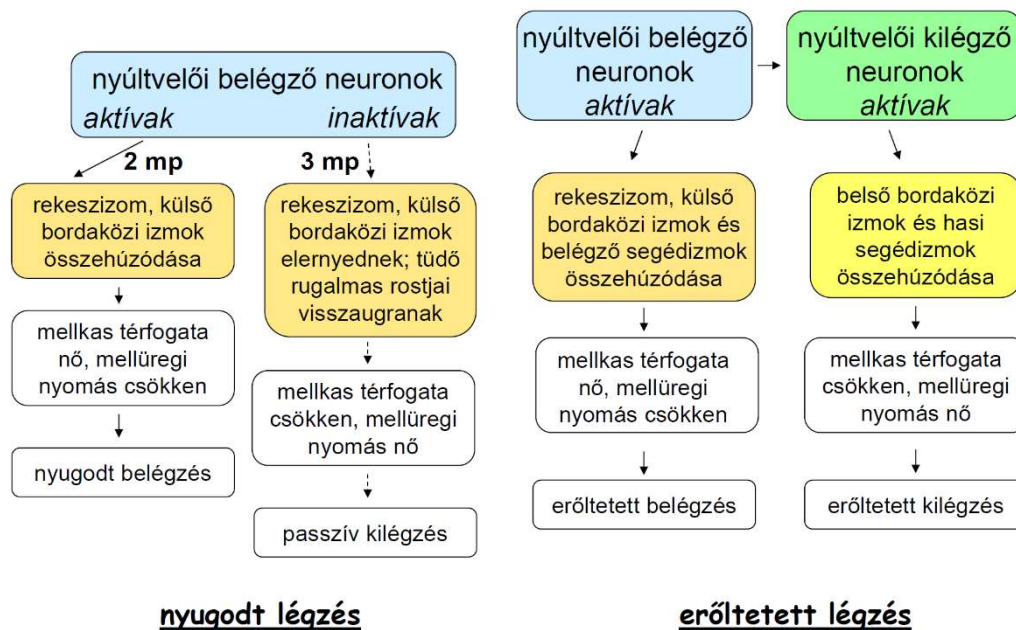
A **nyugodt kiléggzésben** a tüdő falában található  **feszüléserzékeny mechanikai receptorok** játszanak szerepet, mivel a tüdő kitágulásakor – beléggzés végén – gátolják a beléggző központ aktivitását, megszakítva a beléggzőmozgásokat, utat adva a **passzív kiléggzésnek** (Hering-Breuer reflex).



A kilégző központ csak erőltetett kilégzésnél szerepel, a kilégző motoros neuronokat idegzi be (belső bordaközi izmok, hasizmok).

A nyúltvelői légzőközpont aktivitását módosíthatják

- a **gerincvelőből** felszálló idegi hatások (mechanikai vagy hőhatások; a túl hideg vagy a túl meleg, illetve ütődések, simogatások),
- a **híd központjai** (összerendezik, ritmikussá teszik a légzőmozgásokat, serkentik, ill. gátolják a nyúltvelői központokat),
- a hipotalamusz és a **limbikus rendszer** (közvetítik a belső környezeti hatásokat, ill. emocionális (érzelmi) változásokat (sóhaj)),
- a **nagyagykéreg** (bizonyos határok között akaratlagos légzésszabályozást tesz lehetővé, vagy a beszéd és az éneklés kivitelezésében játszik szerepet).



### A vérkeringés szabályozása

A vér szén-dioxid tartalmának változása nemcsak a légzőműködéseket befolyásolja, hanem **hatást gyakorol a vérkeringésre is**. A vérkeringés szabályozása a szív működés és a vérnyomás szabályozását jelenti, elsődleges **központjai** szintén az **agytörzsben** találhatóak, melyek együttműködnek a légzés szabályozásában szerepet játszó neuronokkal. A vérnyomás szabályozásában a különféle

- **idegi és**
- **hormonális mechanizmusok**

többnyire az **erek falában** található **simazmok** tónusára gyakorolt hatás révén, azok

- **szűkületét** vagy
- **tágulatát,**

így a vérnyomás

- **emelését** vagy
- **csökkenését** eredményezik.

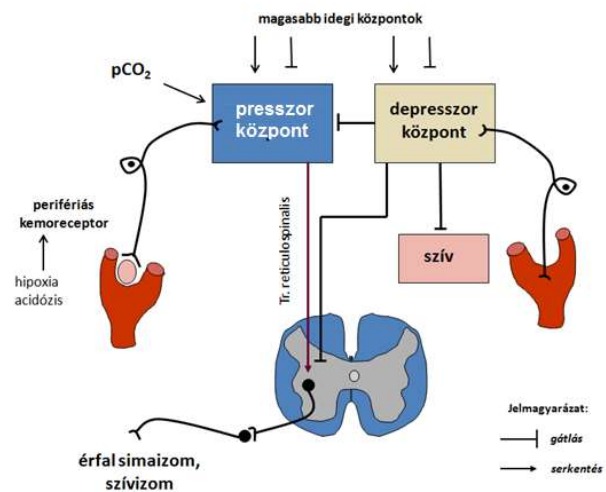
## A **hormonok** vérnyomás emelő hatásúak:

- **adrenalin, érszűkítő,**
- **vazopresszin (ADH), vízviasszívás révén,**
- **aldoszteron, só viasszívás révén,**

## Az idegi szabályozás

Az agytörzsi hálózatos állomány **nyúltvelői** szakaszában két egymással ellentétesen működő központ van.

- Az ún. „**pressor**” központ működése
  - **érszűkítő hatású,**
  - **növeli a vérnyomást és**
  - **a szívfrekvenciát.**
- A „**depressor**” központ
  - **gátolja a pressor központot, így**
  - **vérnyomás csökkentő hatású,**
  - továbbá a X. agyidegen keresztül **lassítja a szív működését.**



Mindkét nyúltvelői központ a gerincvelő oldalsó szarvában lévő központi vegetatív neuronokra van hatással,

- a pressor központ aktiválja,
- a depressor központ gátolja működésüket.

A magasabb agyi központokból (hipotalamusz, limbikus rendszer) származó ingerületek (pl. a düh) további befolyást gyakorolnak a keringési rendszer állapotára.

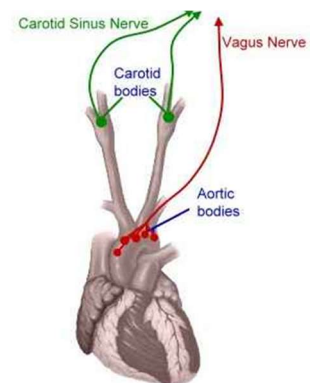
Az idegi központok működésére hatást gyakorló **receptorok** – a légzés szabályozásához hasonlóan – szintén

- a **szívhez közeli erek falában, ill.**
- a **központi idegrendszerben található.**

Ezek részben

- a **vér szén-dioxid és oxigén tartalmára érzékeny kemoreceptorok, ill.**
- a **vérnyomás emelkedését érzékelő nyomásreceptorok.**

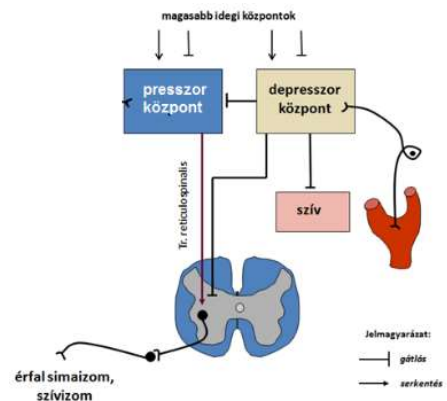
A **vér szén-dioxid koncentrációjának az emelkedése** (és az idegszövet sejtközötti állományának pH csökkenése), ill. az oxigén mennyiségének a csökkenése a IX. agyideg érzőrostjai közvetítésével **serkenti a pressor központ működését, ezáltal a vérnyomás emelkedését és a szívfrekvencia – pulzus – növekedését eredményezi.**



## Aortaív reflex

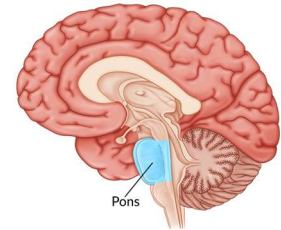
A legfontosabb vérnyomás szabályozó a mindennapi életben!

- Inger: vérnyomás emelkedés.
- Receptor az aortaív falában, (1)
- depressor kp. aktiválás, pressor kp. gátlás, (2)
- gerincvelői vegetatív központok gátlása,
- az érfalak tónusának csökkenése, értágulás, vérnyomás csökken, (5)
- X. paraszimpatikus agyideg közvetlenül gátolja a szinuszcsomót, (3)
- szívfrekvencia csökken,
- perctérfogat csökken.



## Híd (pons)

- **Pályákat közvetít** (neve innen ered)
  - a gerincvelő-nyúltvelő-nagyagy
  - és a kisagy-nagyagy között.
- **Légzési központ**, összerendezi, ritmikussá teszi a légzőmozgásokat, serkenti, ill. gátolja a nyúltvelői központokat, **összehangolja** nyelést a beszéddel.
- **Nyáleválasztási reflexeket** szabályoz.
- **Mozgásszabályozó központ** (testtartási központok).



## Középgagy (midbrain, mesencephalon)

Alulról a híd, felülről a köztiagy határolja.

### 1. Reflexei a látórendszerrel kapcsolatosak, ezek a

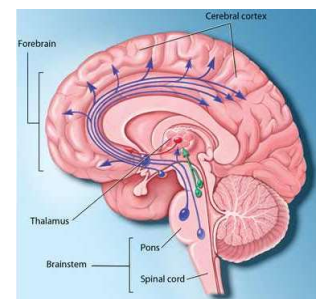
- **pupillareflex,**
- **akkomodáció (éleslátás),**
- **pislogási reflex.**

### 2. Testtartás, izomtónus szabályozását végző mozgatóközpontok helye.

### 3. Az alvás-ébrenlét szabályozásának egyik központja.

## Az alvás-ébrenléti ciklus

A **középgagy hálózatos állományhoz** köthetők azok a neuroncsoportok, amelyek **stimulálják az agykéreg**, így részt vesznek az alvás-ébrenléti ciklus szabályozásában. A **legtöbb felszálló érzőpálya az agytörzsben átkapcsolódik** és így ingerli az agytörzsi hálózatos állományt, ami **fokozza az agykéreg aktivitását, elősegíti az ébrenlétet.**



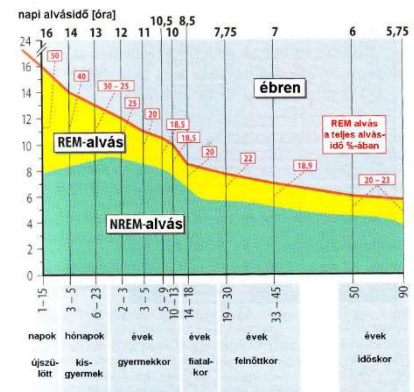
Ezeknek az **idegsejteknek a sérülése kómát** eredményez. Általában véve a **kóma**

- **súlyos anyagcsere-állapot** (cukorbetegség, különféle mérgezések okán), vagy
- **agyi sérülés** – baleseti, agyvérzés, tumor - által okozott mély **tudatvesztés.**

**Alvás:** az aktív viselkedés hiánya, egyfajta **öntudatlan állapot**.

Az ember alvása az egész élettartam **egyharmadát** teszi ki. Az ébrenlét és alvás aránya **életkortól függően jellegzetesen változik**.

- **Újszülött korban** az alvás tartama **17-18 óra**.
- **3-5 éves korra** az alvásidő **10-12 órára csökken**, és nappal még mindig vannak alvásperiódusok.
- **Serdülőkorban** alakul ki a felnőtt alvás-ébrenlét mintázat: **7-8 óra** alvás egy tömbben éjszaka.
- **Időskorban** az éjszakai alvás tartama ismét csökken és a **kisgyerekkori mintázatra emlékeztetve**, nappal gyakori, rövid, felületes alvás periódusok jelentkeznek.

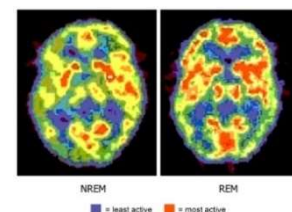
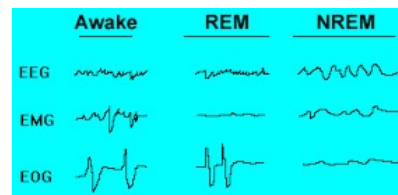
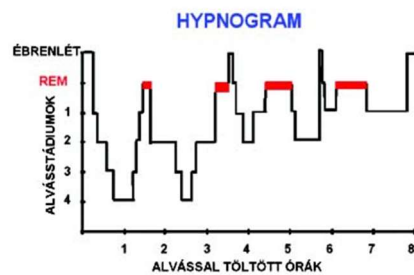


Az elektroencefalográf – EEG - segítségével az alvásnak **több szakaszát** különböztetjük meg. Két alapvető fázis ismert:

1. **REM (rapid eye movement) fázis**, ahol az **EEG nagyon aktív**, olyan hullámokat mutat, mintha a személy **ébren lenne**. Ezt a szakaszt nagyon **gyors, széles, rendezetlen szemmozgások** jellemzik, melyek szabad szemmel is láthatóak. Ezt nevezzük **REM szakasznak**, azaz gyors szemmozgások szakaszának.

A **REM szakasz** (paradox alvás) jellemzője, hogy

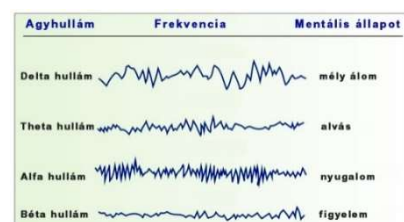
- **a szívverés is gyorsabb,**
- **légzés intenzívebb,**
- **az agy anyagcseréje fokozódik,**
- **az agyi keringés szintén növekszik és nő az agy hőmérséklete is.**
- Az EEG éber állapothoz hasonlít, **béta** hullámok vezethetők el,
- ekkor történik az **álmódás.**
- **8 órás alvás alatt 4-5 REM szakasz található,**
- ezek általában **15-45 percig** tartanak,
- az **alvási szakasz elején rövidebbek, majd folyamatosan hosszabbodnak.**
- Az újszülöttek alvásuk felét ebben a fázisban töltik, míg ez az arány **idős korra mindössze 18 százalékra csökken.**
- Esetenként az **agy éber állapotánál is nagyobb mértékben aktivált**, ugyanakkor mind az **érzékszervi beáramlás, mind a mozgási rendszer gátlás alatt áll**, a vázizomzat ellazult, időnként lokálisan megrándul. Ezért találó a „**paradox alvás**” megjelölés.



Az alvás többi részére ezek a jellemzők nem illettek rá, így a másik 5 szakaszt összefoglalóan **non REM** fázisként emlegették.

**NREM alvás** Lassú Hullámú Alvás (LHA) során

- az **érzékszervek gátlás alatt állnak,**
- az **agyi** és a testi működések jelentős **csökkennek,**
- az EEG-ben **alfa, delta** és **teta** hullámokat lehet mérni,





- a **szívfrekvencia és a légzésszám csökken,**
- a **vegetatív rendszer paraszimpatikus túlsúlya jellemző,**
- a **testhőmérséklet csökken,**
- egyes hormonok - a **növekedési hormon - termelődése nő.**



Az alvásfolyamat tehát **két alvás típus,** a NREM és a REM alvás, **ciklikus váltakozásából épül fel (alvásciklus).** A NREM alvást **90-120 percenként REM periódusok szakítják meg,** melyek tartama estétől reggelig nő.

Az alvásfolyamatot jelentősen befolyásolja az előzetesen ébren töltött idő tartama és minősége is.

- **A nehéz fizikai munka a lassú hullámú alvás arányát növeli.**
- **A szellemi munka, a stressz, a lelki megterhelések a REM fázis arányát növelik.**

Alvásmegvonáskor a **REM 100 %-osan bepótlódik.**

### Az alvás-ébrenléti ciklus szabályozása

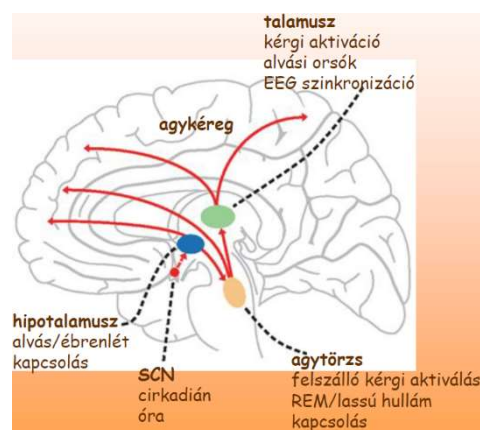
Egy **cirkadián ritmus** – napi ritmus - olyan, nagyjából 24 órás ciklus, ami az élőlények fiziológiai folyamataiban, ill. viselkedésében nyilvánul meg. A **cirkadián ritmusokat az élőlény saját belső időmérő rendszere irányítja,** de bizonyos külső hatások, pl. a fény szinkronizáló jellegűek.

Kísérleti személyeket hat hónapig

- megfosztottak a külső időtagoló tényezőktől (nappalok, éjszakák),
- olyan speciális lakásokban éltek, ahol nem voltak ablakok, nem használhattak telefont, TV-t, rádiót, nem volt órájuk és **semmi kapcsolatuk nem volt a külvilággal.**

Ilyen körülmények között a kísérleti személyek alvásának **ciklicitása fennmaradt,** de elalvási idejük mind későbbre tolódott, a ciklusidő meghaladta a 24 órát és 25 órához közelített.

Tehát igen kontrollált körülmények között végzett kísérletek szerint az átlagos felnőtt ember cirkadián periódusa csak némileg haladja meg a 24 órát, 24 óra 11 perc  $\pm$  16 perc (mikor a törzsfejlődés során kialakult, talán lassabban forgott a föld).



Az alvásperiódus ciklicitását külső tényezők ugyan valamelyest befolyásolják, **de alapvetően egy „belső óra” szabályozása érvényesül.** Az alvásprogram időzítését a látóideg kereszteződés felett, a **hipotalamuszban** elhelyezkedő **magrendszer** szabályozza. Ennek a magrendszernek a roncsolása patkányokban az alvásperiódusok ritmusának teljes felborulását okozza.

Más oldalról viszont az alvás időzítését a **melatonin** és a **szerotonin** elválasztás szabályozza.

- A **melatonin** a **tobozmirigyben** szabadul fel, **sötétben választódik el,** a világosság megszakítja termelődését, elősegíti az elalvást.
- A **szerotonint** az agytörzsi hálózatos állomány egyes neuroncsoportjai termelik.
- A **melatonin és a szerotonin alvást elősegítő szerepe** a fenti hipotalamikus magokon keresztül érvényesül, amelyben melatonin és szerotonin receptorokat mutattak ki.

A **középgy hálózatos állományában – továbbá a talamuszban - aktiváló struktúrák** vannak, e területek ingerlése az ébrenlétre jellemző állapotot eredményez. Ezek a neuronok **felszálló érzőpályákon keresztül** kiterjedt kapcsolatban állnak az érzékszervekkel.

## Miért alszunk, mi az alvás funkciója?

A REM és NREM más-más biológiai funkciót szolgál.

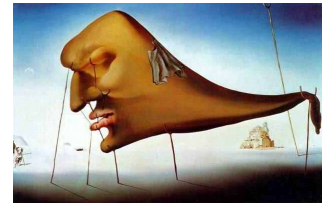
- A **NREM alvás a lemerült energiakészletek visszaállítását biztosítja.**
- A **REM alvás elősegítheti az agy fejlődését, szerepe lehet a memória funkcióban.**



Ilyenkor fokozódik az idegsejtekben a fehérjeszintézis, továbbá lehetőség van új szinapszisok létrehozására, ami előfeltétele a **tanulásnak**, az információ feldolgozásának és a **hosszútávú memória kialakulásának**.

Egy teljesen ellentétes elképzelés szerint, a REM fázis a **felesleges memóriák törlését** szolgálja.

Az alvás az agy működésének egy olyan szakasza, amikor a nap során beérkezett információ integrálódik a memóriatárakba, melyek újraszerveződnek a napi élményeknek megfelelően.



Az álom nem más, mint a REM-alvás alatt rendszerezett hatalmas mennyiségű információ kis töredéke.

Meddig bírjuk ki alvás nélkül? A csúcs **201 óra és 13 perc**. Az **alvásmegvonás** miatt

- a 3. nap után **képzeldések, téveszmék, érzékcsalódások** léptek fel,
- valamint **mozgási zavarok** is jelentkeztek, mint például a kezek remegése, vagy a **finom mozgások koordinációjának gyengülése**.

## Az izomtónus, testtartás, járás, az agytörzs mozgásszabályozó működése

**Izomtónus:** akaratlan, állandó, kismértékű izomfeszülés, háttérben az izmok nyújtási reflexe áll.

A **testtartást** az ún. **antigravitációs izmok** (törzsizmok, felső végtag hajlító és az alsó végtag nyújtó izmai) meghatározott jellegű tónuseloszlása teszi lehetővé.

## A testtartás szabályozása, a vesztibuláris rendszer működése

Az **egyensúly**, ill. az egyes testhelyzetekben az izomtónus **szabályozásért felelős rendszer**.

A testtartás szabályozásában szerepet játszó **receptorok**:

- **egyensúlyérző rendszer receptorai** (belső fülben a labirintusszerv, zsákocská, tömlőcske, félkörös ívjáratok) tájékoztatják az idegrendszert a fej térbeli helyzetéről, a fej elfordulásáról,
- **izmok, inak, ízületek mechanoreceptorai**,
- **bőr nyomás receptorai**,
- **látás receptorai**.

A **kivitelezésben az agytörzs mozgató központjai vesznek részt**. A neuronhálózatok

- a fej helyzetváltozásával összefüggésben **koordinálják a szemmozgásokat**,
- **vázizmok tónusának szabályozását végzik** - miáltal **szabályozzák a testtartást** -, a látási, egyensúlyozási és nyomási ingerek összehangolásával.
- **Kisaggyal való összeköttetései az egyensúlyi helyzet megtartásában és a mozgáskoordinációban jelentősek**.

A **járással** kapcsolatos mozgások összerendeződését az **agytörzs a kisaggyal együtt** biztosítja.

## A köztiagy (diencephalon)

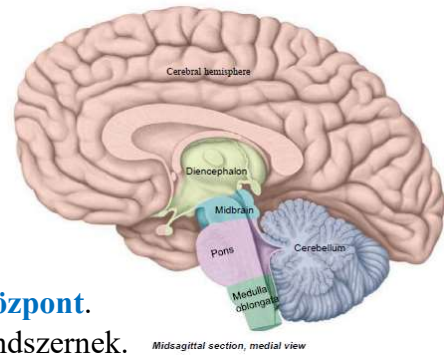
Állománya a **III. agykamra körül** szerveződik.

Részei:

- **Talamusz**
- **Hipotalamusz**

Feladatai:

- Legfontosabb **kéregalatti érző- és koordinációs központ**.
- Fontos része a törzsmagvakból kiinduló mozgatórendszernek.
- **Vegetatív és neuroendokrin központ**.

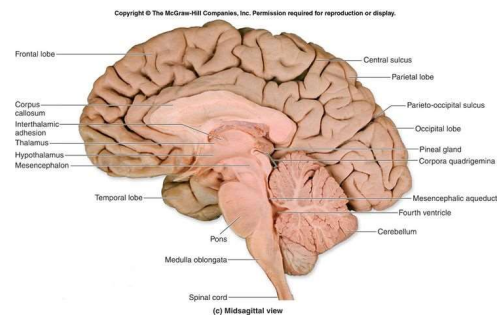


## Talamusz

A III. agykamra két oldalán elhelyezkedő **páros magcsoport**.

Feladatai

- **Kéreg alatti érzőközpont: minden érzőpálya** (kivéve szaglópálya, amely oldalágakat küld) **átkapcsolódik rajta**, érzőinformációk integrálása, **előzetes feldolgozása** történik itt.
- Alvás és ébrenléti állapot szabályozása, felszálló pályái révén **része az agykérgi aktiváló rendszereknek**.
- A **törzsmagvakból kiinduló mozgatórendszer** része.



## Hipotalamusz

A III. agykamra alsó, **tölcsérszerűen elkeskenyedő része körüli terület**. A hipofízissel egy nyél köti össze. Szoros kapcsolatban áll a **limbikus rendszerrel** (egyések szerint annak része).

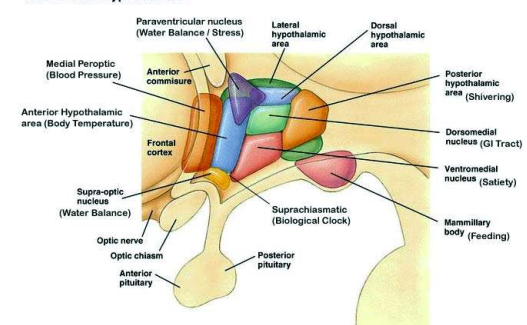
Hipotalamusz működése (lásd alább részletesen)

1. A **hormonális rendszer irányítója**.
2. **Víz- és sóháztartás idegrendszeri kp.-ja**.
3. **Vegetatív idegrendszer egyik legfelsőbb kp.-ja**, szimpatikus és a paraszimpatikus hatások összehangolója.

Ösztönös magatartást kialakító mechanizmusok:

4. **táplálkozási magatartás szabályozása** (éhség-jóllakottsági kp.),
5. **vízfelvétel szabályozása** (szomjúság kp.),
6. **testhőmérséklet szabályozása** (hűtő-fűtő kp.),
7. **szimpatikus idegrendszeri aktiválás, düh kiváltása**,
8. **biológiai óra, az alvás-ébrenléti központok működésének összehangolása, a cirkadián ritmus szabályozása**.

► Nuclei of the Hypothalamus





**A hőtermelés** nyugalomban főleg a zsigerekhez, munkában az izmokhoz kapcsolható.

1. Az **alaphőtermelést** az **alpanyagcsere lebontó folyamatai biztosítják**, melyek során a **szerves vegyületek energiatartalmának** csupán 40 %-a konzerválódik ATP formájában, a többi – **60% - hővé alakul**. A hőtermelés a testtömeggel arányosan nő.
2. **Didergézés hőtermelés** során, az **izmok remegése, fokozott munkája** fejleszt további hőt (4x-esen), hiszen az izom összehúzódáshoz szükséges **ATP bontásakor felszabaduló energia egy jelentős része szintén hővé alakul**.
3. **Nem didergézés hőtermeléskor** egyes **hormonok hatására** (pl. tiroxin) fokozódó zsír, glikogén bontásakor felszabaduló hő biztosítja az állandó testhőmérsékletet.

Hőtermelő szervek az **izmok, a máj és a vesék**.

**Hőleadás** módjai:

- **vezetés** – különböző hőmérsékletű érintkező felületek között játszódik le,
- **áramlás** – amikor a meleg levegő kisebb sűrűségű, ezért felszál,
- **sugárzás** – infrasugárzás által,
- **párolgás** útján, mely különböző mértékben, de állandóan zajlik, **a bőr felszínéről a verejték párolgása hőt von el a kitágult bőr ereinek véréből**.

A hőszabályozás központja a **hipotalamuszban** van, ahol két ellentétes hatású mag – **fűtőközpont, hűtőközpont** - működésének az egyensúlya biztosítja az állandó testhőmérsékletet. A szabályozás a **negatív visszacsatolás** elvén alapszik.

A **fűtőközpont** integrálja azokat a mechanizmusokat, amelyek alacsonyabb külső környezeti hőmérséklet esetén is biztosítják az optimális testhőmérsékletet:

- a **bőr erei összehúzódnak**,
- a **lebontó anyagcsere mértéke nő** (az **adrenalin, tiroxin** elválasztás nő),
- **didergézés** beindul,
- a **szőrzetborzolás** kialakul, aminek köszönhetően a szőrszálak között egy jól hőszigetelő légréteg alakul ki,
- **viselkedésbeli változások** tapasztalhatók.
- Összességében **szimpatikus reakció**.



A **hűtőközpont** aktivitása során

- a **bőr erei tágulnak, a bőr véráramlása nő**,
- a **verejtékezés fokozódik**,
- a **légzés fokozódik**, miáltal a tüdőn keresztül leadott hőmennyiség nő,
- a **lebontó anyagcsere mértéke csökken**,
- **viselkedésbeli változások** következnek be.
- **Paraszimpatikus reakció**.



**Termoreceptorok a belső szervekben (máj), ill. a hipotalamuszban és a bőrben találhatók.**

**Láz**

Lázzal akkor beszélhetünk, ha a testhőmérséklet 38,2 Celsius fok fölé emelkedik. Lázban a maghőmérséklet azért emelkedik, mert a **hipotalamikus küszöbérték magasabbra**

**állítódik** különféle anyagok pl. egyes fehérvérsejtek által termelt vegyületek, továbbá a különféle kórokozók bomlástermékeinek hatására.

A hipotalamusz hőérzékeny neuronjai a normális testhőmérsékletet alacsonynak érzékelik és ennek megfelelően működtetik a lehűlés elleni szabályozást. A **láz az immunválasz fontos eleme, mivel magasabb hőmérsékleten a kórokozók szaporodása csökken, az immunrendszer működése fokozódik.**

- **Első szakasza a didergés.** A hőtermelés beindul, bőr erei szűkülnek (hőleadás csökken), így a testhőmérséklet emelkedik.
- A láz **állandó szakasza** alatt a hipotalamusz neuroncsoportjai ezt az emelkedett maghőmérsékletet tartják stabil szinten, a hőleadás ekkor egyenlő a hőtermeléssel, a bőr meleg, de a verejtékezés még nem indul meg.
- **Harmadik szakasz a verejtékezés,** mivel a kell érték visszaállítódik, így beindul a hűtés. 1 fokos hőváltozás 500-1000 ml folyadékvesztést jelent! A testhőmérséklet visszaáll az eredeti értékre.

### Lázcsillapítás

A láz bizonyos értéktartományban segíti a gyógyulási folyamatokat, azonban 41 Celsius fok felett életveszélyessé válik, mivel **magasabb hőmérsékleten megváltozik az enzimek térszerkezete, aktív centruma, ami az anyagcsere folyamatok leállításához vezet.** Ezért a lázat 39 Celsius fok felett csillapítani kell. Erre több lehetőség van.

**Gyógyszeresen** paracetamol, aspirin, amidazophen, ibuprofen segítségével, melyek gátolják a lázat okozó vegyületek felszabadulását.

**Fizikai** módszerekkel, pl. hűtőfürdő, borogatás alkalmazásával.

### Kisagy

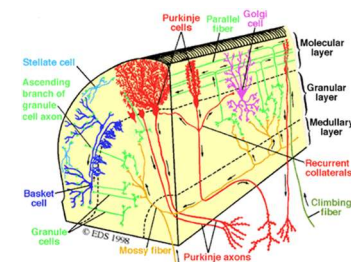
- Hátsó koponyagödörben található.
- 2 féltékéből áll.
- Kívül helyezkedik el a kb. 1 mm vastag szürkeállomány, a kisagykéreg, belül található a fehérállomány, benne kisagyi magvak vannak, melyek a kisagykéreg neuronjainak átkapcsolási helyei.

### Mozgáskoordinációs központ

- **Izommozgások összerendezésében,**
- a **pontos, bonyolult, célvezérelt mozgások kivitelezésében,**
- az **izomtónus szabályozásában,**
- **testtartásban** játszik szerepet.

Az idegrendszer szinte valamennyi részéből kap információt.

1. Egyensúlyérző központból (belső fül labirintusából), szemből,
2. a test bőr- és izomreceptoraiból.
3. Nagyagykéregből, amely leszálló pályarendszerekkel kapcsolja össze a kisagyat.



A kisagynak nincs közvetlen kapcsolata az alsó gerincevelői motoros neuronokkal, hanem hatását közvetve, az agykérgi és az agytörzsi neuronok befolyásolásán keresztül fejti ki.

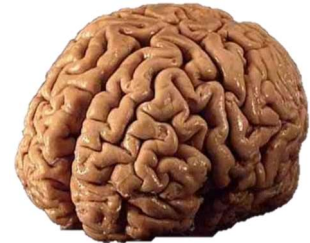
A kisagy a pontos mozgásokat koordináló működését úgy végzi, hogy csak azok a mozgások valósulnak meg, amelyeket a kisagy nem gátol, azaz negatív mintával dolgozik.

Sérülésekor mindenféle célvezérelt mozgás végrehajtása lehetetlenné válik. A kisagy sérülése ataxiához vezet:

- a kéz mögé vagy elé nyúl a tárgyakkal.
- Állás közben támaszkodni kell, járás a részegéhez hasonló.
- Beszéd, írás, rajzolás komoly zavarokat szenved.

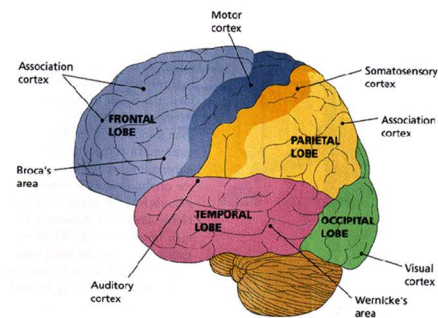
## Nagyagy

A központi idegrendszer legfejlettebb, tömegét tekintve legjelentősebb része, 1300-1400 gramm, 1350 cm<sup>3</sup>. Egy mély hosszanti árok alapvetően két féltékére osztja, ezeket a kérgestest pályái kapcsolják össze.



A nagyagy nagyobb egységeit az egyes koponyacsontoknak megfelelően tagoljuk, így megkülönböztetjük:

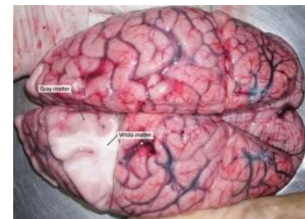
- **a homoklebenyt, ahol megtalálhatók a szaglás, a beszéd, az írás, az összerendezett szemmozgások központjai, ill. az elsődleges mozgatókéreg.**
- **Fali lebenyt az elsődleges testérző központtal.**
- **Nyakszirtili lebenyt a látás központjaival.**
- **Halántéklebenyt a hallás és beszédértő központokkal.**



Az agy felszínét kisebb nagyobb barázdák ún. tekervényekre tagolják. Lefutásuk egyéni különbséget mutathat, ugyanakkor fő vonalaikban mindenkiben hasonló. A tekervények lényegében az agy felületét növelő képződmények (2200 cm<sup>2</sup>). wow

Az agyvelő keresztmetszetén jól látszik, hogy állománya két részre különül:

- **felső szürkeállományra**, amely a nagyagykéregt alkotja,
- **belső fehérállományra**, melyben neuroncsoportokat, ún. törzsmagvakat találunk.



## A nagyagykéreg

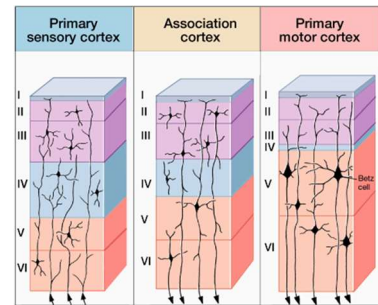
- Neuronok sejttestei alkotják (kb. 90 milliárd).
- Vastagsága változó, 2-4 mm.
- 6 szövettani rétegre különül.
- 2 alapvető sejtípust különböztetünk meg,
- a 2. és 4. rétegben szemcsesejtek,
- a 3. és 5. rétegben a piramisisejtek jellemzők.



Az agykéreg különböző működésű területeinek szerkezete eltérő az egyes rétegek fejlettségét tekintve.

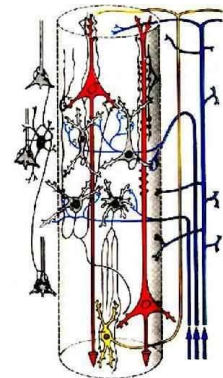
Megkülönböztetünk:

- **Motoros kéregrészeket**, pl. **homloklebeny hátulsó része**, ahol az 5. réteg piramissejtjei dominálnak.
- **Érző kéregrészeket**, pl. **fali lebeny elülső része**, ahol inkább a 4. réteg szemcsesejtjei fejlettek.
- **Asszociációs kéregterületeket**, amelyek átmenetet mutatnak az előző kettő között.



### Az agykéreg oszlopos működése

- Hengeridomú **modulok** az agykéreg **funkcionális egységei**.
- **Kb. 5000-10000 sejt alkot egy modult**.
- Működéskor a modulon belül a sejtek egyszerre kerülnek ingerületbe.
- Egy modul kb. 100-200 másikkal tart kapcsolatot.
- Az oszlopok lehetnek **on/off üzemmódban**.
- A kérgi oszlopokban a **gátló sejtek megakadályozzák az ingerület oldalirányú terjedését**, így az egyes modulok a szomszédos hengerektől mintegy hermetikusan izoláltak.



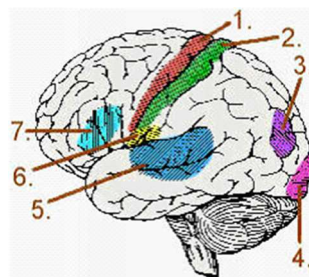
### Az agykéreg fontosabb működési területei

1. **Elsődleges mozgatókéreg (homlok lebeny)** indítja el az akaratlagos, bonyolult mozgásokat, végzi a konkrét kivitelezést.
2. **Elsődleges testérzőkéreg (fali lebeny)** főleg a testérzetek, bőr, izmok, inak mechanikai, hő- és fájdalomérzetének kialakulási helye.
3. **Primer látókéreg (nyakszirti lebeny)** a látópálya végződési területe, a fényérzet kialakulásának helye.
4. **Primer hallókéreg (halánték lebeny)** a hallópálya végződési területe, a hangérzet kialakulásának helyszíne.

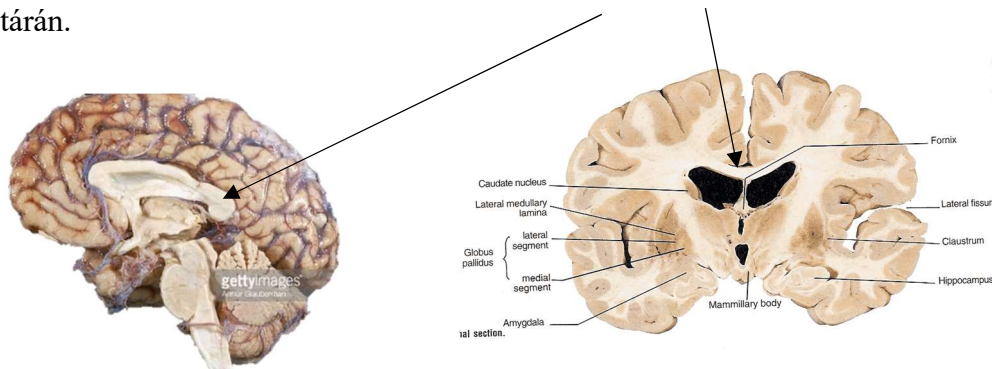
### Fehérállomány

Lényegében **pályák alkotják**, melyek az alábbi 3 csoportba oszthatók.

1. Az agykéregbe **felszálló**, ill. az abból eredő **leszálló pályák**.
2. Az egy féltekén belül az egyes lebenyeket összekapcsoló **pályák**.
3. A két féltekét összekapcsoló pályák, amelyek a **kérgestestet** hozzák létre a féltekék határán.



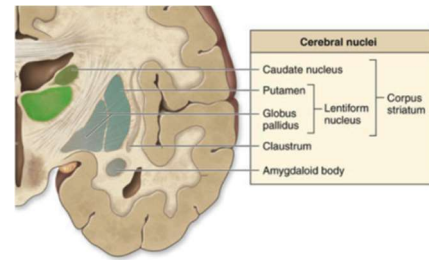
1. Mozgatóközpont
2. Érzőközpont
3. Az olvasás központja
4. Látóközpont
5. Beszédező központ
6. Hallóközpont
7. A beszéd mozgató központja





## Nagygygi törzsmagvak

A nagygygi fehérállományában **idegsejtcsoportokat**, ún. **törzsmagvakat** találunk, amelyek a **törzsmagvakból kiinduló pályarendszernek**, a korábban az **extrapiramidális rendszernek** nevezett **mozgatórendszer** kiinduló egységei.



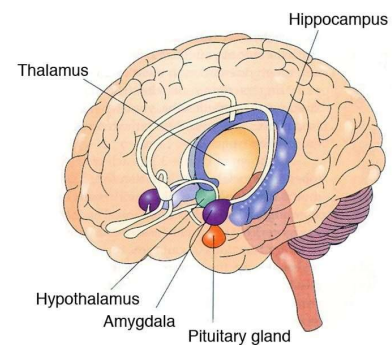
„Hosszú ideig feltételezték, hogy a corticospinalis („piramis”) mozgatórendszer mellett egy ún. „extrapiramidális rendszer” szabályozza a mozgásokat, és ennek kapcsolási centrumai lettek volna a bazális ganglionok. A „piramisrendszer” mellett egy további, „extrapiramidális rendszer” feltételezése azonban túlhaladott, koncepcionálisan elhibázott. Ezért – bár a klinikai neurológiai könyvekben a fogalom helyenként még él – a továbbiakban az elnevezést nem használjuk.”  
Fonyó Attila: Az orvosi élettan tankönyve

## A limbikus – határkérgi - rendszer

A **talamuszok körüli, főleg a nagygygához tartozó ősi magcsoportok, ill. kéregrészek** alkotják. Egységei körülölelik a két nagygygféltekét összekapcsoló kérgestestet, valamint az agyféltekék és az agytörzs kapcsolódási területét.

Főbb részei:

- **mandulamag (amygdala),**
- **hippocampus,**
- **homlok-, ill. halántéklebeny egyes részei,**
- **talamusz egyes magvai,**
- hypothalamus (egyesek szerint).



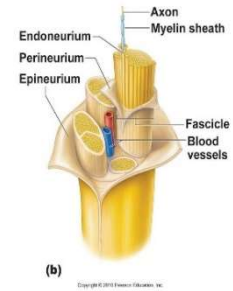
## A limbikus rendszer feladatai

1. A **vegetatív idegrendszer, a neuroendokrin rendszer legfelső központja, a vegetatív és a szomatikus idegi szabályozás összehangolója.**
2. A limbikus rendszer – mandulamag - alapvető szerepet tölt be a **magatartás szabályozásában**:
  - **érzelmek (félelem, szorongás, aggodás),**
  - **indulatok (agresszió, düh),**
  - **akarati élet (motivációk),**
  - **szociális interakciók** – fajfenntartással kapcsolatos viselkedések, pl. anyai magatartás - szabályozásában, szervezésében.
3. Szerepe van továbbá az **érzelmi reakciókhoz kapcsolódó tanulási folyamatokban** - pl. **operáns tanulás** -, „jutalomkereső magatartás” kialakulásában.
4. A tanulásban, a **hosszú távú memória** kialakulásában alapvető fontosságú (hippocampus, mandulamag).

## Környéki idegrendszer

A környéki idegrendszert

- **12 pár agyideg,**
- **31 pár gerincvelőideg,**
- **érzódúcok és vegetatív mozgató idegdúcok** alkotják.



### Agyidegek

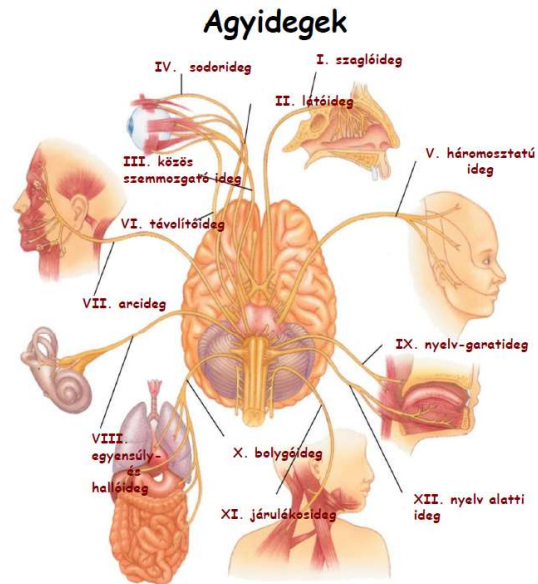
Az idegeket kötőszövetes hártával körülvevett idegrostok kötegei alkotják. A nagyobb idegeken belül lehet akár több, külön elhatárolt kisebb idegrostköteg, melyek között véresek futnak.

A 12 pár agyideg az agy alapjáról, az **agytorzs területéről** ered.

Pl.:

- **I. Szaglőideg.**
- **II. Látóideg.**
- **VIII. Halló-egyensúlyozó ideg.**
- **X. Bolygóideg.**

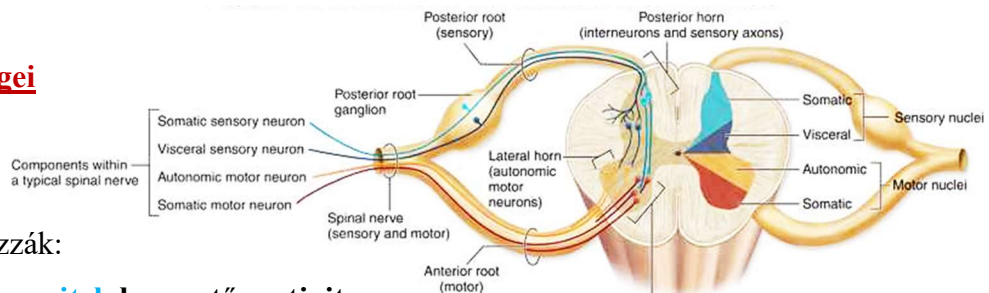
A legnagyobb **paraszimpatikus kevert agyideg**, a mellüreg és a felső hasüreg zsigereit idegzi be.



- **Tisztán érző idegek:** I., II., VIII.
- **Tisztán mozgató idegek:** a szemmozgató idegek: III., IV., VI.
- A többi **kevert ideg**, azaz érző és mozgató rostokat egyaránt tartalmaznak.

A tisztán érző agyidegek kivételével a legtöbb agyideg tartalmaz **paraszimpatikus vegetatív idegrostokat** is.

### A gerincvelő idegei

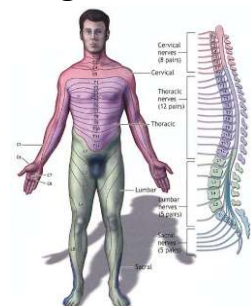


**31 pár.** Tartalmazzák:

- az **érző idegsejtek** bevezető rostjait,
- a gerincvelői szomatikus **mozgató**, illetve a **központi vegetatív** sejtek kivezető rostjait.
- A két gyökér egyesülésével jön létre a **gerincvelői ideg**, ami kevert ideg.

A **gerincvelő szelvényezettségét** a belőle kilépő 31 pár gerincvelői ideg mutatja.

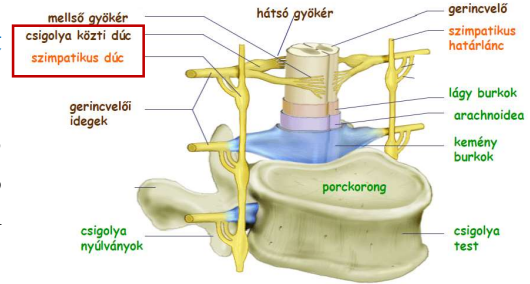
Az egyes gerincvelői idegek szelvényezett lefutásának megfelelően **testünk szelvényezetten szerveződik (idegződik be).**



## Idegdúcok

A környéki idegrendszerhez tartozó **idegsejt csoportosulások**, amelyek lehetnek:

- a) **érződúcok**, ilyenek a **csigolyaközi dúcok**, bennük pseudounipoláris **érfő neuronokkal**,
- b) **vegetatív mozgató dúcok**, melyekben **vegetatív mozgató neuronok** találhatóak.



A vegetatív mozgató dúcok funkciójuk és elhelyezkedésük szerint tartozhatnak:

- **a szimpatikus** idegrendszerhez, ilyenkor
  - a gerincvelő két oldalán, ill.
  - a szervek közelében találhatóak,
  - ill. a **paraszimpatikus** idegrendszerhez, ekkor a **beidegzett szerv falában** vannak.